

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-12>

**STUDY OF THE RATE OF STRENGTH FORMATION
OF MODIFIED CONCRETE BASED ON SLAG
PORTLANDCEMENT**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ФОРМУВАННЯ МІЦНОСТІ
МОДИФІКОВАНОГО БЕТОНУ
НА ОСНОВІ ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ**

Shyshkina O. O.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of Technology of Construction Products,
Materials and Structures
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk region,
Ukraine*

Шишкіна О. О.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології
будівельних виробів, матеріалів
та конструкцій
Криворізький національний
університет
м. Кривий Ріг, Дніпропетровська
область, Україна*

Україна переживає наразі складні часи. Повномасштабне вторгнення позначилося на всіх галузях економіки, зокрема і будівельній сфері. Кількість будівель, які потребують реконструкції або повної відбудови дійсно значна. Відповідно, гостро постає питання потреби у будівельних матеріалах, які дозволять швидко та якісно відновити будівельний фонд в країні.

Найчастіше для зведення будівель, житлових та нежитлових споруд, а також їх реконструкції використовують бетон. Він має достатню міцність при відносно невисокій вартості. Основою ж бетону є цемент, на виготовлення якого витрачається значна кількість природних матеріалів та енергії. А так як проблема економії матеріальних та енергетичних ресурсів є тим більш важливою під час воєнного стану, для виготовлення бетону доцільно застосовувати шлакопортландцемент, оскільки за рахунок значного вмісту відходу металургійного виробництва в складі, його виробництво має меншу вартість і до того ж значно менше впливає на навколишнє середовище.

Але у шлакопортландцементу набір міцності на момент початку затвердіння протікає суттєво повільніше, ніж у портландцементу. Наближену до портландцементу міцність, шлакопортландцемент набуває через 6–12 місяців, залежно від температурно-вологісних умов затвердіння. Через деякий час шлакопортландцемент демонструє значно більшу міцність, ніж портландцемент. Тож дослідження,

спрямовані на прискорення формування міцності бетону на основі шлакопортландцементу, є актуальним.

Одним із способів прискорення твердіння бетону та набуття ним міцності є зменшення його фракції помелу шлакопортландцементу [1, с. 3]. Проте такий технологічний прийом викликає збільшення вартості цементу.

Зазвичай при виготовленні бетону до цементу додається значно більше води, ніж необхідно для того, щоб відбулося її хімічне зв'язування в продуктах твердіння в'язучого. Надлишкова вода випаровується, залишаючи пори, що призводить до збільшення показника пористості цементного каменю, а отже і збільшення його проникність для агресивних середовищ. Відповідно знижується міцність та довговічність цементного каменю та бетону. Тому шляхом підвищення щільності цементного каменю може бути визнаний метод зменшення кількості води, що випаровується в цементному камені і бетоні.

Застосування так званих бетонів нового покоління дає змогу отримувати матеріал із зниженою пористістю та підвищеною міцністю. Наприклад, пропонується використання в'язучих низької водопотреби різного типу [2, с. 1411]. Проте гідратація портландцементу відбувається не в повній мірі, що негативно впливає на довговічність. Інший вид бетонів нового покоління отримують із застосуванням нанодобавок різного виду. В якості наномодифікаторів пропонують застосування «наноалмазів» та порошок оксидів металів Ti, Al, Ca, Mg, кремнію та металів W, Co [3, с. 37]; мікрокремнезему і подрібненої крейди [4, с. 72]; суміші мінеральних дисперсних систем техногенного походження, які в своєму складі мають d-елементи [5, с. 280]. Але всі означені дослідження проводили на портландцементі. До того ж широке використання означених бетонів стримується складністю рівномірного розподілу нанодобавок в об'ємі бетону. Тому такі бетони мають високу міцність у ранньому віці, але високу неоднорідність властивостей.

Іншим варіантом створення дрібнозернистих бетонів нового покоління є використання поверхнево-активних речовин в надмалих дозах для зміни структури води [6, с. 320]. Проте і такі експерименти проводилися із застосуванням тільки портландцементу. Тож доцільне проведення дослідження впливу поверхнево-активних речовин, використовуваних в надмалих концентраціях на швидкість формування міцності дрібнозернистих бетонів на основі шлакопортландцементів.

Для проведення досліджень був використаний шлакопортландцемент ШПЦ Ш/А-400 ПрАТ «Heidelbergcement Кривий Ріг» з вмістом доменного гранульованого шлаку 75 % доменного гранульованого шлаку. В якості дрібного заповнювача застосовували поліфракційний річковий дніпровський пісок. В якості модифікатора, що змінює структуру води замішування використовували вуглеводень цукрози. Зразки

виготовлялися розміром 40×40×160мм. Бетон готувався з різним вмістом модифікатора зі значеннями водоцементного відношення 0,5 та 0,6.

Результати визначення міцності при стиску дрібнозернистого бетону на шлакопортландцементі на ранніх стадіях (у віці 2 діб) показали, що при застосуванні модифікатора відбувається значне підвищення міцності бетону (на 52–55 %). Найбільший приріст міцності спостерігався при вмісті модифікатора у кількості 0,00042 % від маси цементу. При цьому вплив модифікатора проявляється незалежно від вмісту води (В/Ц) в бетоні.

За експериментальними даними, ефективність модифікатора змінюється в часі. У віці 28 діб фіксується підвищення міцності бетону лише на 30 % при вмісті модифікатора 0,0006 % від маси цементу. Водночас вплив модифікатора на міцність бетону при стиску практично не залежить від вмісту води.

Тож проведеними дослідженнями встановлено, що модифікація води замішування суттєво впливає на змінення характеру процесів тужавлення, фазо- і структуроутворення дрібнозернистого бетону на ранніх стадіях твердіння. Це проявляється у значному збільшенні його міцності при стиску в ранньому віці, що має практичне значення для бетонів на шлакопортландцементі.

Література:

1. Kostyuk T., Vinnichenko V., Plugin A., Borziak O., Iefimenko A. Physicochemical studies of the structure of energy-saving compositions based on slags. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Kharkiv, 2021. Volume 1021(1), 012016.
2. Schmidt M. Von der Nanotechnologie zum Ultra-Hochfestbeton. *16 Intern. Baustoff. Konf.*, Weimar, 2006. Volume 2. Pp. 1405–1416.
3. Тевяшев А. Д., Шитиков Е. С. О возможности управления свойствами цементобетонів с помощью наномодификаторов. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologie*. 2009. № 4/7(40). С. 35–40.
4. Беліченко О. А., Толмачов С. М. Дослідження фізико-хімічних властивостей водних суспензій мікронаповнювачів з суперпластифікаторами. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2020. № 38. С. 67–77.
5. Сторчай Н. С., Савін Ю. Л., Волнянська І. П. Науково-технічне обґрунтування використання мінеральних дисперсних систем техногенного походження. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2020. № 38. С. 277–282.
6. Shyshkina A, Shyshkin A. Fine-Grained Concrete for Repair and Restoration of Building Structures. *Materials Science Forum Submitted*. 2021. Vol. 1038. Pp. 317–322.